

UM. US 5,169,800

Ref. 2

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平3-198327

⑬ Int. Cl.<sup>3</sup>

H 01 L 21/28

21/3205

識別記号

V  
B

庁内整理番号

7738-5F  
7738-5F

⑭ 公開 平成3年(1991)8月29日

6810-5F H 01 L 21/88

K

審査請求 未請求 請求項の数 5 (全18頁)

⑮ 発明の名称 半導体装置の製造方法

⑯ 特 願 平1-340971 ✓

⑰ 出 願 平1(1989)12月26日

⑱ 発 明 者 小 林 孝 一 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社  
内

⑲ 出 願 人 富 士 通 株 式 会 社 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

⑳ 代 理 人 弁 理 士 井 桁 貞 一 外 2 名

明 細 書

1. 発明の名称

半導体装置の製造方法

2. 特許請求の範囲

(1) 下地の膜(21)上に上層の絶縁膜(23)よりエッチングレートが小さい下層の絶縁膜(22)及び該上層の絶縁膜(23)を順次形成する工程と、

該上層の絶縁膜(23)をエッチングして第1の開口部(24)を形成するとともに、該第1の開口部(24)内に下層の絶縁膜(22)を露出させる工程と、

該第1の開口部(24)内の下層の絶縁膜(22)をエッチングして該第1の開口部(24)の幅より小さい幅の第2の開口部(25)を形成するとともに、該第2の開口部(25)内に下地の膜(21)を露出させる工程と、

該第2の開口部(25)内の下地の膜(21)と

コンタクトを取るように第1、第2の開口部

(24、25)内に金属層(26)を形成する工程と、

該金属層(26)をレーザー光を照射することにより第1、第2の開口部(24、25)内に埋め込むとともに平坦化する工程とを含むことを特徴とする半導体装置の製造方法。

(2) 下地の膜(41)上に第1の絶縁膜(42)、該第1、第3の絶縁膜(42、44)よりエッチングレートが小さい第2の絶縁膜(43)及び該第3の絶縁膜(44)を順次形成する工程と、

該第3の絶縁膜(44)をエッチングして第1の開口部(45)を形成するとともに、該第1の開口部(45)内に第2の絶縁膜(43)を露出させる工程と、

該第1の開口部(45)内の第2の絶縁膜(43)及び第1の絶縁膜(42)をエッチングして第1の開口部(45)の幅より幅の小さい第2の開口部(47)を形成するとともに、該第2の開口部(47)内に下地の膜(41)を露出させる工程と、

該第2の開口部(47)内の下地の膜(41)と

コンタクトを取るように該第1、第2の開口部(45, 47)内に金属層(48)を形成する工程と、

該金属層(48)をレーザ光を照射することにより第1、第2の開口部(45, 47)内に埋め込むとともに平坦化する工程とを含むことを特徴とする半導体装置の製造方法。

(3) 下地の膜(81)上に第1の絶縁膜(82)及び該第1、第3の絶縁膜(82, 84)よりエッチングレートが小さい第2の絶縁膜(83)を順次形成する工程と、

該第2の絶縁膜(83)をエッチングして第1の開口部(85)を形成するとともに、該第1の開口部(85)内に第1の絶縁膜(82)を露出させる工程と、

該第1の開口部(85)内から該第2の絶縁膜(83)上を覆うように第3の絶縁膜(84)を形成する工程と、

該第3、第1の絶縁膜(84, 82)をエッチングすることにより該第3の絶縁膜(84)に第1の開口部(85)上で該第1の開口部(85)の幅

より大きい幅の第2の開口部(86)を形成するとともに、該第1の絶縁膜(82)に第1の開口部(85)の幅とほぼ等しい幅の第3の開口部(88)を形成して該第3の開口部(88)内に下地の膜(1)を露出させる工程と、

該第3の開口部(88)内の下地の膜(81)とコンタクトを取るように該第1、第2及び第3の開口部(85, 86, 88)内に金属層(89)を形成する工程と、

該金属層(89)をレーザ光を照射することにより第1、第2及び第3の開口部(85, 86, 88)内に埋め込むとともに平坦化する工程とを含むことを特徴とする半導体装置の製造方法。

(4) 下地の膜(121)上に第1の絶縁膜(122)、該第1、第3の絶縁膜(122, 124)よりエッチングレートが小さい第2の絶縁膜(123)を順次形成する工程と、

該第2の絶縁膜(123)及び該第1の絶縁膜(122)をエッチングして第1の開口部(125)を形成する工程と、

該第1の開口部(125)内から第2の絶縁膜(123)上を覆うように第3の絶縁膜(124)を形成する工程と、

該第3の絶縁膜(124)をエッチングすることにより第1の開口部(125)上に該第1の開口部(125)の幅より大きい幅の第2の開口部(126)を形成するとともに、第1の開口部(125)内で第1、第2の絶縁膜(122, 123)の側壁に側壁絶縁膜(128)を形成し、更に該第1の開口部(125)内の側壁絶縁膜(128)の間に下地の膜(121)を露出させる工程と、

該第1の開口部(125)内の下地の膜(121)とコンタクトを取るように該第1、第2の開口部(125, 126)内に金属層(129)を形成する工程と、

該金属層(129)をレーザ光を照射することにより第1、第2の開口部(125, 126)内に埋め込むとともに平坦化する工程とを含むことを特徴とする半導体装置の製造方法。

(5) 前記複数の絶縁膜(22, 23)、(42, 43, 44)、(82, 83, 84)又は(122, 123, 124)は、

少なくともその複数のうちの 하나가前記レーザ光に対して30%以上の吸収率を有することを特徴とする請求項1、2、3又は4記載の半導体装置の製造方法。

### 3. 発明の詳細な説明

#### (概要)

半導体装置の製造方法に関し、

配線層を埋め込む溝の深さを容易かつ高精度に制御可能な半導体装置の製造方法を提供することを目的とし、

下地の膜上に上層の絶縁膜よりエッチングレートが小さい下層の絶縁膜及び該上層の絶縁膜を順次形成する工程と、該上層の絶縁膜をエッチングして第1の開口部を形成するとともに、該第1の開口部内に下層の絶縁膜を露出させる工程と、該第1の開口部内の下層の絶縁膜をエッチングして該第1の開口部の幅より小さい幅の第2の開口部を形成するとともに、該第2の開口部内に下地の

膜を露出させる工程と、該第2の開口部内の下地の膜とコンタクトを取るように第1、第2の開口部内に金属層を形成する工程と、該金属層をレーザー光を照射することにより第1、第2の開口部内に埋め込むとともに平坦化する工程とを含むように構成し、又は、下地の膜上に第1の絶縁膜、該第1、第3の絶縁膜よりエッチングレートが小さい第2の絶縁膜及び該第3の絶縁膜を順次形成する工程と、該第3の絶縁膜をエッチングして第1の開口部を形成するとともに、該第1の開口部内に第2の絶縁膜を露出させる工程と、該第1の開口部内の第2の絶縁膜及び第1の絶縁膜をエッチングして第1の開口部の幅より幅の小さい第2の開口部47を形成するとともに、該第2の開口部内に下地の膜を露出させる工程と、該第2の開口部内の下地の膜とコンタクトを取るように該第1、第2の開口部内に金属層を形成する工程と、該金属層をレーザー光を照射することにより第1、第2の開口部内に埋め込むとともに平坦化する工程とを含むように構成し、又は、下地の膜上に第1の

絶縁膜及び該第1、第3の絶縁膜よりエッチングレートが小さい第2の絶縁膜を順次形成する工程と、該第2の絶縁膜をエッチングして第1の開口部を形成するとともに、該第1の開口部内に第1の絶縁膜を露出させる工程と、該第1の開口部内から該第2の絶縁膜上を覆うように第3の絶縁膜を形成する工程と、該第3、第1の絶縁膜をエッチングすることにより該第3の絶縁膜に第1の開口部上で該第1の開口部の幅より大きい幅の第2の開口部を形成するとともに、該第1の絶縁膜に第1の開口部の幅とほぼ等しい幅の第3の開口部を形成して該第3の開口部内に下地の膜を露出させる工程と、該第3の開口部内の下地の膜とコンタクトを取るように該第1、第2及び第3の開口部内に金属層を形成する工程と、該金属層をレーザー光を照射することにより第1、第2及び第3の開口部内に埋め込むとともに平坦化する工程とを含むように構成し、又は、下地の膜上に第1の絶縁膜、該第1、第3の絶縁膜よりエッチングレートが大きい第2の絶縁膜を順次形成する工程と、該

第2の絶縁膜及び該第1の絶縁膜をエッチングして第1の開口部を形成する工程と、該第1の開口部内から第2の絶縁膜上を覆うように第3の絶縁膜を形成する工程と、該第3の絶縁膜をエッチングすることにより第1の開口部上に該第1の開口部の幅より大きい幅の第2の開口部を形成するとともに、第1の開口部内で第1、第2の絶縁膜の側壁に側壁絶縁膜を形成し、更に該第1の開口部内の側壁絶縁膜の間に下地の膜を露出させる工程と、該第1の開口部内の下地の膜とコンタクトを取るように該第1、第2の開口部内に金属層を形成する工程と、該金属層をレーザー光を照射することにより第1、第2の開口部内に埋め込むとともに平坦化する工程とを含むように構成している。

#### (産業上の利用分野)

本発明は、半導体装置の製造方法、特に半導体装置内の配線方法に関し、平坦化を図ることにより配線の局所的な断線や抵抗の増大を防止する半導体装置の製造方法に関する。

近年、半導体装置においては、微細化に伴って素子間を結線する配線寸法が非常に小さくなっている。この素子間を結線する配線はプロセス工程中で例えば半導体装置の表面に生ずる凹凸の上に形成されることから、該凹凸の段差部で局部的に断線したり導電物質の膜厚が薄くなって抵抗が増大したりし易く、半導体装置の微細化が進むにつれてこのような断線等の発生率が高くなっている。そこで、これらの断線等を防止する平坦化を実現する製造方法が要求されている。

#### (従来の技術)

従来のこの種の半導体装置の製造方法について図面に基いて説明する。

第9、10図は配線層の成長方法を工夫して平坦化を図った第1従来例を説明する図である。

第9、10図において、1は例えばn型シリコンからなる基板、2は絶縁膜、3はレジスト膜、4はAl又はAl合金からなる配線層、5は基板1に形成されたp型拡散層である。

第1従来例の製造方法を説明すると、まず、第9図(a)に示すように、予めp型拡散層5を形成した基板1上に絶縁膜2を成長した後にレジスト膜3を塗布してパターンニングし、次いで、第9図(b)に示すようにエッチングにより絶縁膜2に開口部2aを形成し、次いで第9図(c)に示すように、開口部2aから絶縁膜2の上層に加熱バイアススパッタリング法により配線層4を成長し、次いで、第9図(d)及び第10図に示すように配線層4をエッチングして所定形状にする。

上述した半導体装置の製造方法によれば、配線層4を成長しながら若干エッチングし、更に粘性流動を生じさせるので、通常のスパッタリングが第11図に実線で示すように局所的な膜厚の不足を生じるのに対し、同図に仮想線で示すような平坦化を実現できる。

しかし、第12図(a)に示すように開口部2aの段差の上部で配線層4の膜厚が少し薄くなってしまふとともに絶縁膜2の孤立した部位2bの上部でも配線層4の膜厚が極度に薄くなる等の問題

が発生する。また、配線層4の成長時に基板1を400℃程度に加熱するため、第12図(b)に示すように配線層4のAlと基板1のp型拡散層5内のSiとの反応が進んでAl-Siからなる合金層7が形成され、コンタクト抵抗の増加や基板1内のp-n接合破壊等が発生し易いという問題がある。

第13図はレーザー照射によって配線層の平坦化を図った第2従来例を説明する図であり、同図において、第1従来例と同一の符号は同一又は相当する部材を示している。

第2従来例の製造方法を説明すると、まず、上述例と同様に基板1上に絶縁膜2を成長させてエッチングにより開口部2aを形成し、次いで通常のスパッタリングにより配線層4を成長させ、次いで、第13図(a)に示すようにパルス幅の極めて短い高出力のレーザー光8を配線層4の表面に照射し、配線層4を瞬間的に熔融し、粘性流動させて第13図(b)に示すように平坦化する。

この方法によれば、レーザー光7の照射時間を数

十nsとし、冷却時間を数msと長くすることにより、第1の従来例で問題となる配線層4とp型シリコン層6との反応を極めて少なくすることができる。

しかし、この方法によっても、上述例と同様に開口部2aの上部の配線層4の膜厚が薄くなり易く、第13図(b)の左方に示すような配線層4自体の段差も残る。また、配線層4のパターンニング後にレーザー光8を照射すると、基板1及び絶縁膜2の露出した部分にレーザー光7が直接照射され、基板1に形成された素子が損傷を受けることがあった。

上述したように、第1、第2の従来例のいずれにおいても、絶縁膜2により形成される基板1上の段差によって配線層4自体の段差を完全になくすことは困難である。

第14図はこのような配線層自体の段差を生じ難くした第3従来例を説明する図である。

同図において、11は例えば半導体からなる基板、12は絶縁膜、13は第1レジスト膜、14は導電性物質からなる配線層、15は第2レジスト膜、16は第

3レジスト膜である。

第3従来例の製造方法を説明すると、まず、第14図(a)に示すように、基板11上に例えばCVD法により絶縁膜12を成長した後に第1レジスト膜13を塗布してパターンニングし、次いで、第14図(b)に示すように、第1レジスト膜13をマスクとして絶縁膜12をエッチングすることにより所定幅の溝12a、12bを形成した後、第2レジスト膜15を塗布してパターンニングし、次いで、第14図(c)に示すように、絶縁膜12をエッチングして溝12aの下部に開口部12cを形成し、溝12a、12b及び開口部12c内から絶縁膜12を覆うよう配線層14をスパッタリングにより成長させ、この配線層14上でパターンニングした第3レジスト膜16をマスクとして配線層14をエッチングすることにより、第14図(d)に示すように溝12a、12bおよび開口部12c内にのみ配線層14を埋め込む。

この方法によれば、溝12a、12b及び開口部12c内に配線層14が埋め込まれているので、配線後の基板1上の凹凸を極めて小さくすることができ

る。

(発明が解決しようとする課題)

しかしながら、第3従来例のような半導体装置の製造方法にあっても、一層の絶縁膜12に幅の異なる溝12aおよび開口部12cを上下して形成するため、溝12aを形成するエッチング量を高精度に制御して溝12aおよび開口部12cの深さを均一にしなければならず、基板11のウエハサイズが大きくなると、エッチング時の面内分布等が大きくなって溝12aの深さを制御することができなかった。そして、溝12aが浅くなった場合には絶縁膜12の表面に配線層14の凹凸が生じて溝12aを形成した効果がなくなり、一方、溝12aが深くなった場合には配線層14の配線容量が増加して回路の動作速度が低下するという問題があった。更に、微細化が厳しくなると、配線層14のパターニング工程における露光時に溝12a、12bとの位置ずれが生じ易いため、配線層14のエッチング後に溝12aの端部に第15図に示すような隙間17が生じたり配

線層14が溝12aから絶縁膜12上にはみ出したりするという問題があった。このため、特に溝12a同士が近接する場合であっても、パターニングの位置ずれによってクレバス状の溝が残らないように配線層14の間隔を狭くするようにパターニングしなければならず、近接する配線層14の間でショートが起こり易かった。

そこで本発明は、配線層を埋め込む溝の深さを容易かつ高精度に制御可能な半導体装置の製造方法を提供することを目的としている。

(課題を解決するための手段)

第1の発明に係る半導体装置の製造方法は、上記目的を達成するため、下地の膜上21に上層の絶縁膜23よりエッチングレートが小さい下層の絶縁膜22及び該上層の絶縁膜23を順次形成する工程と、該上層の絶縁膜23をエッチングして第1の開口部24を形成するとともに、該第1の開口部24内に下層の絶縁膜22を露出させる工程と、該第1の開口部24内に下層の絶縁膜22をエッチングして該第1

の開口部24の幅より小さい幅の第2の開口部25を形成するとともに、該第2の開口部25内に下地の膜21を露出させる工程と、該第2の開口部25内の下地の膜21とコンタクトを取るように第1、第2の開口部24、25内に金属層26を形成する工程と、該金属層26をレーザ光を照射することにより第1、第2の開口部24、25内に埋め込むとともに平坦化する工程とを含むものである。

第2の発明に係る半導体装置の製造方法は、上記目的を達成するため、下地の膜41上に第1の絶縁膜42、該第1、第3の絶縁膜42、44よりエッチングレートが小さい第2の絶縁膜43及び該第3の絶縁膜44を順次形成する工程と、該第3の絶縁膜44をエッチングして第1の開口部45を形成するとともに、該第1の開口部45内に第2の絶縁膜43を露出させる工程と、該第1の開口部45内の第2の絶縁膜43及び第1の絶縁膜42をエッチングして第1の開口部45の幅より幅の小さい第2の開口部47を形成するとともに、該第2の開口部47内に下地の膜41を露出させる工程と、該第2の開口部47内

の下地の膜41とコンタクトを取るように該第1、第2の開口部45、47内に金属層48を形成する工程と、該金属層48をレーザ光を照射することにより第1、第2の開口部45、47内に埋め込むとともに平坦化する工程とを含むものである。

第3の発明に係る半導体装置の製造方法は、上記目的達成のため、下地の膜81上に第1の絶縁膜82及び該第1、第3の絶縁膜82、84よりエッチングレートが小さい第2の絶縁膜83を順次形成する工程と、該第2の絶縁膜83をエッチングして第1の開口部85を形成するとともに、該第1の開口部85内に第1の絶縁膜82を露出させる工程と、該第1の開口部85内から該第2の絶縁膜83上を覆うように第3の絶縁膜84を形成する工程と、該第3、第1の絶縁膜84、82をエッチングすることにより該第3の絶縁膜84に第1の開口部85上で該第1の開口部85の幅より大きい幅の第2の開口部86を形成するとともに、該第1の絶縁膜82に第1の開口部85の幅とほぼ等しい幅の第3の開口部88を形成して該第3の開口部88内に下地の膜を露出させる

工程と、該第3の開口部85、86、88内の下地の膜とコンタクトを取るように該第1、第2及び第3の開口部内に金属層89を形成する工程と、該金属層89をレーザ光を照射することにより第1、第2及び第3の開口部85、86、88内に埋め込むとともに平坦化する工程とを含むものである。

第4の発明に係る半導体装置の製造方法は、上記目的達成のため、下地の膜上121に第1の絶縁膜122、該第1、第3の絶縁膜122、124よりエッチングレートが小さい第2の絶縁膜123を順次形成する工程と、該第2の絶縁膜123及び該第1の絶縁膜122をエッチングして第1の開口部を形成する工程と、該第1の開口部125内から第2の絶縁膜123上を覆うように第3の絶縁膜124を形成する工程と、該第3の絶縁膜124をエッチングすることにより第1の開口部125上に該第1の開口部125の幅より大きい幅の第2の開口部126を形成するとともに、第1の開口部125内で第1、第2の絶縁膜122、123の側壁に側壁絶縁膜128を形成し、更に該第1の開口部125内の側壁絶縁

膜128の間に下地の膜121を露出させる工程と、該第1の開口部125内の下地の膜121とコンタクトを取るように該第1、第2の開口部125、126内に金属層129を形成する工程と、該金属層129をレーザ光を照射することにより第1、第2の開口部125、126内に埋め込むとともに平坦化する工程とを含むことを特徴とするものである。

また、第1～第4の発明においては、前記複数の絶縁膜(22、23)(42、43、44)(82、83、84)又は(122、123、124)は、少なくともその複数のうちの 하나가前記レーザ光に対して30%以上の吸収率を有するものであってもよい。

なお、好ましい態様としては、前記下層絶縁膜22又は第2の絶縁膜43、83、123をアルミナ(A<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)から構成するとともに、前記上層絶縁膜23又は第1、第3の絶縁膜(42、44)(82、84)(122、124)をシリコンSi酸化膜あるいは磷(P)を含むシリコン酸化膜とすることがあげられる。

また、前記レーザ光としてはエキシマレーザを用いることができ、この場合、金属層26、48、89

又は129は、アルミニウム(Al)又はアルミニウムを主材料とする合金、若しくは銅(Cu)又は銅を主材料とする合金であるのが好ましく、その上下に導電層を多層成長させたものであってもよい。

また、前記金属層26、48、89又は129を前記開口部(24、25)(45、47)(85、86、88)又は(125、126)内に埋め込む際、前記レーザ光の照射に先立って、金属層26、48、89又は129のうち第1の開口部24、45、第2の開口部86又は第1の開口部125から1μm以上離れた部位をエッチングにより除去しておくのが好ましい。

#### (作用)

第1の発明では、下地の膜21上にエッチングレートの小さい下層の絶縁膜22と該エッチングレートの大きい上層の絶縁膜23が順次形成された後、上層の絶縁膜23にエッチングにより第1の開口部24が形成され、次いで、下層の絶縁膜22にエッチングにより第1の開口部24より幅の小さい第2の

開口部25が形成され、該第1、第2の開口部24、25内に下地の膜21とコンタクトを取るように金属層26が形成された後、レーザ光の照射により金属層26が第1、第2の開口部24、25内に埋め込まれて平坦化される。

したがって、第1の開口部24を形成するエッチング時に下層の絶縁膜22がエッチングストッパーとなって第1の開口部24が所定深さで容易かつ高精度に形成され、従来のように第1の開口部24の深さがばらつくことがない。また、金属層26がレーザ光の照射により溶融、粘性流動して第1、第2の開口部24、25内に埋め込まれるため、第1、第2の開口部24、25内に金属層26が一樣に埋め込まれ、従来のように金属層26が偏って第1の開口部24内に溜りができたり金属層26が第1の開口部24からはみ出したりするのが防止される。この結果、金属層26の平坦化を完全に実現し、配線後の回路の動作速度が低下するのを防止し、かつ、近接する金属層26間のショートを防止することができる。

第2の発明では、下地の膜41上に第1の絶縁膜

42、第2の絶縁膜43及び第3の絶縁膜44が順次形成され、第1の絶縁膜42及び第3の絶縁膜44よりエッチングレートの小さい第2の絶縁膜43をエッチングストッパーとして第3の絶縁膜44にエッチングにより第1の開口部45が形成され、次いで、該第1の開口部45内の第2の絶縁膜43及び第1の絶縁膜42がエッチングされて第2の開口部47が形成され、第1、第2の開口部45、47内の下地の膜41とコンタクトを取るように金属層48が形成された後、該金属層48がレーザ光の照射によって第1、第2の開口部45、47内に埋め込まれて平坦化される。

したがって、第1の開口部45を第3の絶縁膜44の膜厚に応じて容易かつ高精度の深さに形成することができ、第1の絶縁膜42及び第2の絶縁膜43の膜厚を適宜設定して第2の開口部47を容易に所望の深さに形成することができ、金属層48の平坦化を完全に実現しつつ配線後の回路の動作速度の低下を防止し、かつ、近接する金属層48間のショートを防止することができる。

することができる。

第4の発明では、下地の膜121上に第1の絶縁膜122及び該第1、第3の絶縁膜122、124よりエッチングレートが小さい第2の絶縁膜123が順次形成され、次いで、第2の絶縁膜123及び第1の絶縁膜122をエッチングして第1の開口部125が形成され、該第1の開口部125内から第2の絶縁膜123上を覆うように第3の絶縁膜124が形成され、次いで、第3の絶縁膜124の第1の開口部125上において第1の開口部125より幅の大きい第2の開口部126が形成されるとともに第1の開口部125内で第1、第2の絶縁膜122、123の側壁に側壁絶縁膜128が形成され、該第1、第2の開口部125、126内に金属層129が形成された後、該金属層129がレーザ光の照射により第1、第2の開口部125、126内に埋め込まれる。

したがって、第2の絶縁膜123をエッチングストッパーとして第2の開口部126を容易かつ高精度の深さに形成することができるとともに、第1の開口部125内により幅の小さいコンタクト用の

第3の発明では、下地の膜81上に第1の絶縁膜81及び該第1、第2の絶縁膜82、84よりエッチングレートの小さい第2の絶縁膜83が順次形成され、次いで、第2の絶縁膜83をエッチングして第1の開口部85が形成された後、該第1の開口部85内から第2の絶縁膜83上を覆うように第3の絶縁膜84が形成され、次いで、第3、第1の絶縁膜84、82を同時にエッチングして第1の開口部85の上下に第2の開口部86及び第3の開口部88が形成され、該第1、第2及び第3の開口部85、86、88内に金属層89が形成された後、該金属層89がレーザアニール処理により第1、第2及び第3の開口部85、86、88内に埋め込まれて平坦化される。

したがって、第2の絶縁膜83をエッチングストッパーとして第2の開口部86を容易かつ高精度の深さに形成するとともに、幅の異なる第2の開口部86及び第3の開口部88を同時に形成して工数を削減することができ、金属層89の平坦化を完全に実現しつつ配線後の回路の動作速度の低下を防止し、かつ、近接する金属層89間のショートを防止

窓を形成して素子の動作速度を高めることができ、金属層129の平坦化を完全に実現しつつ配線後の回路の動作速度を高め、かつ、近接する金属層129間のショートを防止することができる。

また、第1～第4の発明では、それぞれ複数の絶縁膜22、23、絶縁膜42、43、44、絶縁膜82、83、84又は絶縁膜122、123、124はその複数のうち少なくとも一つが前記レーザ光に対して30%以上の吸収率を有するように形成できる。

したがって、このようにすればレーザ光を絶縁膜中で吸収させ、金属層26、48、89又は129が埋め込まれない領域において素子等にレーザ照射損傷を与えることを防止できる。

#### (実施例)

以下、本発明を図面に基づいて説明する。

第1図は第1の発明に係る半導体装置の製造方法の一実施例を説明する図である。

第1図において、21は導電性材料又は半導体からなる下地の膜（例えばアルミニウムあるいはア

ルミニウムを主成分とする合金、銅あるいは銅を主成分とする合金、単結晶あるいは多結晶シリコン、GaAsやAlGaAs等の合金半導体)、22は下層の絶縁膜、23は上層の絶縁膜、24は上層の絶縁膜23に形成された第1の開口部、25は下層の絶縁膜22に形成された第2の開口部、26は金属層、27は第1レジスト膜、28は第2レジスト膜、29は第3レジスト膜、30はレーザー光である。

次に、その製造方法について説明する。

まず、第1図(a)に示すように、下地の膜21上に例えばアルミナ(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)からなる下層の絶縁膜22をスパッタリングによって、所定の膜厚(例えば0.3μm)に成長した後、下層の絶縁膜22の上層に下層の絶縁膜22よりエッチングレートの大きい例えばPSGからなる膜厚0.7μm程度の上層の絶縁膜23をCVD法により成長し、この上層の絶縁膜23上で第1レジスト膜27を塗布し、例えば通常の露光・現像により開口部27aを形成し、配線領域を除く領域のみに第1レジスト膜27を残すようパターンニングする。

1の開口部24及び第2の開口部25内から上層の絶縁膜23上を覆う配線用の金属層26を形成し、次いで、金属層26上にレジストを塗布して第3レジスト膜29を形成した後、通常の露光・現像により第1の開口部24より片側で例えば0.5μmだけ太らせてパターンニングする。

次いで、第1図(d)に示すように、第3レジスト膜29をマスクとして金属層26の第1の開口部24から所定寸法(例えば0.5μm程度)以上離隔した部位をCCl<sub>4</sub>とBCl<sub>3</sub>の混合ガスでエッチングして除去しておき、この金属層26に短波長で高密度のレーザー光30(例えばエキシマレーザー)を照射して熔融・流動させ、第1図(e)に示すように、金属層26を第1、第2の開口部24、25内に埋め込むとともに平坦化する。このレーザー光30は、具体的には例えばパルス幅が50ns、パルスエネルギーが150mJ、照射寸法が2mm×2mm、パルスの送りピッチが0.5mm、基板11の温度が300℃で照射する。

このように本実施例においては、第1の開口部

次いで、第1図(b)に示すように、第1レジスト膜27をマスクとし下層の絶縁膜22をエッチングストップとして上層の絶縁膜23を例えばCHF<sub>3</sub>ガスで選択的にエッチング(RIE)し、開口部27aに対応する幅が1.8μm~4μm程度の第1の開口部24を形成するとともに、この第1の開口部24内に下層の絶縁膜22を露出させる。次いで、第1の開口部24から上層の絶縁膜23上を覆うようにレジストを塗布して第2レジスト膜28を形成した後、通常の露光・現像により開口部28aを形成するよう第2レジスト膜28をパターンニングする。

次いで、第1図(c)に示すように、この第2レジスト膜28をマスクとして下層の絶縁膜22を例えばアルゴン(Ar)ガスによりエッチングし、第1の開口部24の幅より幅の小さいコンタクト窓である第2の開口部25を形成するとともに、この第2の開口部25内に下地の膜21を露出させた後、この下地の膜21とコンタクトを取るために例えばAl又はAl合金(例えばSi又はCuを含む)をスパッタリングにより0.6μm程度成長して第

24を形成するエッチング時に上層の絶縁膜23よりエッチングレートの小さい下層の絶縁膜22をエッチングストップとしているので、第1の開口部24を容易かつ高密度な深さに形成することができる。また、レーザー光30を照射された金属層26は熔融・粘性流動して所定容積の第1、第2の開口部24、25内に充填するとともに表面張力等により上層の絶縁膜23の上面23aと略同一高さの上面部26aを形成する。したがって、配線用の金属層26の平坦化及び均一化を実現することができ、従来のように配線容量が増大して回路の動作速度が低下するのを防止し、かつ、金属層26が近接する場合であっても金属層26間のショートを防止することができる。

また、下層の絶縁膜22をAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>から比較的大きい膜厚(0.1μm以上の膜厚)に形成しているので、レーザー光30に対して30%以上の吸収率を有する下層の絶縁膜22によりレーザー照射による下地の膜21の損傷を防止することができる。

第2、3図は第2の発明に係る半導体装置の製



造方法の一実施例を説明する図である。

第2、3図において、41は例えばシリコン(Si)からなる基板である下地の膜、42は例えばPSGからなる第1の絶縁膜、43は例えばアルミナ(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)からなる第2の絶縁膜、44は例えばPSGからなる第3の絶縁膜、45は第3の絶縁膜44に形成された第1の開口部、46は第1の開口部45に近接して第3の絶縁膜44に形成された開口部、47は第1及び第2の絶縁膜42、43に形成された第1の開口部45の幅より幅の小さい第2の開口部、48は例えばAl又はAl合金からなる配線用の金属層、49は第1レジスト膜、50は第2レジスト膜、51は第3レジスト膜、52はレーザー光である。

次にその製造方法について説明する。

まず、第2図(a)に示すように、下地の膜41上に例えばPSG膜を0.7μm程度の厚さに通常のCVD法で成長させて第1の絶縁膜42を形成し、この第1の絶縁膜42上に例えば0.15μm程度の膜厚までアルミナ(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)をスパッタリングして第2の絶縁膜43を形成し、更に、第2の絶縁

第1の開口部45内から第3の絶縁膜44上を覆うようにレジストを塗布して第2レジスト膜50を形成した後、通常の露光・現像により所定の開口部50aを形成して開口部50a内に第2の絶縁膜43を露出させておく。

次いで、第2図(c)に示すように、第2レジスト膜50をマスクとしてエッチングし、絶縁膜42に開口部50aに対応する第1の開口部45の幅より幅の小さい開口部47aを形成するとともに、この開口部47a内に第1の絶縁膜42を露出させる。このとき、エッチングのガスは例えばガス圧が0.01 Torrのアルゴン(Ar)とし、第3の絶縁膜44を形成するエッチングの装置(図示せず)と同一のエッチング装置で条件を5W/cm<sup>2</sup>とする。この場合、選択性は若干乏しいが、次に最下層の第1の絶縁膜42をエッチングするので何ら問題はない。次いで、同一のエッチング装置を用いてCHF<sub>3</sub>ガスにより第1の絶縁膜42をエッチングし、開口部50a、47aと略同一幅の開口部47bを形成するとともに開口部47a、47bからなる第2の開口部

膜43上に例えばPSG膜を通常のCVD法で成長させて第3の絶縁膜44を形成する。次いで、第3の絶縁膜44上にレジストを塗布して第1レジスト膜49を形成した後、通常の露光・現像により第1レジスト膜49をパターンニングし、第1レジスト膜49に所定の開口部49a、49bを形成するとともに配線領域以外の領域に第1レジスト膜49を残しておく。

次いで、第2図(b)に示すように、第1レジスト膜49をマスクとして第3の絶縁膜44を例えばRIEでエッチングして開口部49a、49bに対応する1.8μm〜4μm幅の第1の開口部45及び開口部46を最小間隔0.6μmとして形成するとともに、この開口部45、46内に第2の絶縁膜43を露出させる。このとき、RIEのガスは、CHF<sub>3</sub>で、ガス圧は0.05Torr、高周波電力の条件は13.56 MHz、4W/cm<sup>2</sup>であり、この条件下においてAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>からなる第2の絶縁膜43はエッチングされず、PSGからなる第1の絶縁膜42のみがエッチングされるので選択性が極めて良好である。次いで、

47内に下地の膜41を露出させる。次いで、第2の開口部47内の下地の膜41とコンタクトを取るよう、第2の開口部47及び開口部46内から第3の絶縁膜44上を覆って例えばAl又はAl合金をスパッタリングにより0.6μm程度成長させ、配線用の金属層48を形成する。次いで、金属層48上にレジストを塗布して第3レジスト膜51を形成し、通常の露光・現像により第1の開口部45、開口部46より僅かに大きい幅に太らせて第3レジスト膜51をパターンニングし、この第3レジスト膜51をマスクとして例えばCCl<sub>4</sub>とBCl<sub>3</sub>の混合ガスにより金属層48をRIEでエッチングする。

次いで、第2図(d)に示すように、金属層48上から第3レジスト膜51を除去した後、金属層48上にレーザー光52を照射する。レーザー光52は、例えばレーザー照射装置(図示せず)として米国のXMR社製モデル4100を使用し、レーザー光源はXe-Clエキシマレーザーでパルス幅は50ns、パルスエネルギーは150mJ、パルスの照射寸法は2mm×2mm、パルスの送りピッチを0.5mm、下地の膜41の温度

は 300℃で照射する。このとき、レーザ光52を照射された金属層48は熔融し、粘性流動することにより、第2図(e)に示すように、第1の開口部45及び開口部46の近傍の金属層48が第1の開口部45及び開口部46内に流れ込む。

なお、第3レジスト膜51を第1の開口部45、開口部46より太らせてパターニングしたので、第1の開口部45と開口部46の間隔が $1.6\mu\text{m}$ 以上であれば、金属層48は第2図(d)のように分離してパターニングされるが、第1の開口部45と同時に第3図(a)に示すような $1.6\mu\text{m}$ 以下の間隔で隣接する開口部53、54、55、56等を形成すると、金属層48はこれらの開口部53~56間で互いに接続したパターンとなる。ところが、この金属層48にレーザ光52を照射すると、熔融した金属層48は粘性流動して開口部53~56内に流れ込み、第3図(b)に示すように、互いに分離して開口部53~56上に平坦な上面を形成する。この点に関しては、開口部間隔 $2\mu\text{m}$ で金属層48を接続したパターンとする条件下でも、金属層48のAl同士がレーザ

光52の照射後には自動的にそれぞれの開口部に流れ込んで分かれることを確認した。

このように、本実施例においては、配線用の金属層48を埋め込む第1の開口部45を形成する際、第2の絶縁膜43をエッチングストッパーとしていたので、第3の絶縁膜44の膜厚に応じた所定深さの第1の開口部45を容易かつ高精度に形成することができる。また、第2の絶縁膜43の下層に第1の絶縁膜42を形成するので、第1の絶縁膜42の膜厚を適宜設定して第2の開口部47を所望の深さに容易に形成することができる。さらに、第2の絶縁膜43をAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>とし $0.1\mu\text{m}$ 以上の膜厚に形成するので、レーザ光52に対して第2の絶縁膜43が30%以上の吸収率を有し、しかも、第2の絶縁膜43の下層に比較的膜厚の大きい第1の絶縁膜42を形成するので、例えば下地の膜41に深さ $0.1\mu\text{m}$ のp-n接合を形成した場合でもこのp-n接合はレーザ光52の照射後も正常であり、金属層48がない領域の下層に位置する素子も何ら損傷することがなかった。又、41をAl配線層で形成した

場合にも全く同様に平坦な上層配線層が形成でき、かつ下地41のAl配線層はAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層により照射されるレーザー光のエネルギーが70%以下に低下するので、融溶することなく何ら損傷を受けなかった。

第4、5図は第2の発明に係る半導体装置の製造方法の他の実施例を説明する図である。

第4、5図において、61は例えばSiからなり部分的に熱酸化膜61aを成長した基板である下地の層、62は例えばPSGからなる第1の絶縁膜、63は例えばAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>からなる第2の絶縁膜、64は例えばPSGからなる第3の絶縁膜、65は第3の絶縁膜64に形成された第1の開口部、66は第1の開口部65に近接して第3の絶縁膜64に形成された開口部、67は第1の絶縁膜62に形成され第1の開口部65の幅より小さい第2の開口部、68は例えばAl又はAl合金からなる配線用の金属層、69は第1レジスト膜、70は第2レジスト膜である。

次にその製造方法について説明する。

まず、第5図(a)に示すように、下地の膜61

上に例えば選択酸化法により部分的に厚さ $0.6\mu\text{m}$ 程度の熱酸化膜61aを形成し、その上層にPSG膜を通常のCVD法により厚さ $0.3\mu\text{m}$ 程度に成長させて第1の絶縁膜62を形成し、更にAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>をスパッタリングして厚さ $0.15\mu\text{m}$ 程度の第2の絶縁膜63を形成した後、最上層に通常のCVD法によりPSG膜を厚さ $0.7\mu\text{m}$ 程度成長させて第3の絶縁膜64を形成する。次いで、第3の絶縁膜64上にレジストを塗布して第1レジスト膜69を形成し、通常の露光・現像により開口部69a、69bを形成するよう第1レジスト膜69をパターニングし、配線領域以外の領域のみ第1レジスト膜69を残しておく。

次いで、第5図(b)に示すように、第1レジスト膜69をマスクとし第2の絶縁膜63をエッチングストッパーとして第3の絶縁膜64をエッチング(例えばRIE)し、第1の開口部65及び開口部66を形成するとともに第1の開口部65及び開口部66内に第2の絶縁膜63を露出させる。次いで、第3の絶縁膜64上にレジストを塗布して第2レジスト

ト膜70を形成し、この第2レジスト膜70の第1の開口部65上の部位に開口部70aを形成するよう第2レジスト膜70をパターンニングする。

次いで、第5図(c)に示すように、第2レジスト膜70をマスクとして第2の絶縁膜63を例えばCHF<sub>3</sub>ガスによるRIEでエッチングし、更に、第1の絶縁膜62を例えばArガスによるRIEでエッチングして第2の開口部67を形成するとともに第2の開口部67内に下地の膜61を露出させる。次いで、この第2の開口部67内の下地の膜61とコンタクトを取るよう第2の開口部67内から第3の絶縁膜64上を覆う厚さ0.6μm程度の配線用金属層68を形成する。

これ以後の工程は上述した一実施例と同様であり、その工程が終了すると第4図に示す半導体装置ができ上がる。本実施例においても一実施例と同様の効果を得ることができる。

第6図は第3の発明に係る半導体装置の製造方法の一実施例を説明する図である。

第6図において、81は例えばSiからなる基板

である下地の膜、82は例えばPSGからなる第1の絶縁膜、83は例えばAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>からなる第2の絶縁膜、84は例えばPSGからなる第3の絶縁膜、85は第2の絶縁膜83に形成された第1の開口部、86は第3の絶縁膜84に形成された第2の開口部、87は第2の開口部86に近接して第3の絶縁膜84に形成された開口部、88は第1の絶縁膜82に形成された第3の開口部、89はAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>又はAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>合金からなる配線用の金属層、90は第2レジスト膜、91は第3レジスト膜、92はレーザー光である。

次に、その製造方法について説明する。

まず、第6図(a)に示すように、下地の膜81上に例えばPSGを0.7μm程度の厚さに通常のCVD法で成長させて第1の絶縁膜82を形成し、この第1の絶縁膜82上に例えば0.15μm程度の膜厚までAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>をスパッタリングして第2の絶縁膜83を形成した後、第3の絶縁膜83上にレジストを塗布して第1レジスト膜(図示せず)を形成し、通常の露光・現像によりパターンニングし、この第1レジスト膜をマスクとして第2の絶縁膜83

を例えばRIEでエッチングして第1の開口部85を形成する。このとき、RIEのガスは例えばアルゴンとし、ガス厚は0.01Torr、高周波電力の条件は5W/cm<sup>2</sup>である。次いで、第1の開口部85内から第2の絶縁膜83上を覆うよう通常のCVD法でPSG膜を0.7μm程度の厚さに成長して第3の絶縁膜84を形成し、この第3の絶縁膜84上にレジストを塗布して、通常の露光・現像により開口部90a、90bを形成するよう第2レジスト膜90をパターンニングする。

次いで、第6図(b)に示すように、第2レジスト膜90をマスクとして第3の絶縁膜84及び第1の絶縁膜82を例えばRIEでエッチングし、第3の絶縁膜84に第1の開口部85の幅より幅の大きい第2の開口部86及び開口部87を形成するとともに、第1の絶縁膜82に第1の開口部85とほぼ等しい幅の第3の開口部88を形成して第3の開口部88内に下地の膜81を露出させる。第2の開口部86の幅は例えば1.8μm~4μmで、第2の開口部86及び開口部87の最小間隔は0.6μmである。このとき、

RIEのガスは例えばCHF<sub>3</sub>、ガス、ガス圧は0.05Torr、高周波電力の条件は13.56MHz、4W/cm<sup>2</sup>であり、この条件下ではAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>はエッチングされずPSGのみエッチングされるので選択性が極めて良い。したがって、第2の開口部86の深さ方向については第2の絶縁膜83がエッチングストッパーとなり、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>がない第1の開口部85の部分でエッチングが進んで第3の開口部88が容易にしかも第2の開口部86と同時に短時間で形成される。

次いで、第6図(c)に示すように、第3の開口部88内から第3の絶縁膜84上を覆うようスパッタリングにより金属層89を形成し、金属層89上にレジストを塗布して第3レジスト膜91を形成した後第2の開口部86より僅かに大きく太らせて第3レジスト膜91をパターンニングし、この第3レジスト膜91をマスクとしCCl<sub>4</sub>とBCl<sub>3</sub>の混合ガスを用いて金属層89をRIEでエッチングする。

次いで、第6図(d)に示すように、金属層89にレーザー光92を照射し、第6図(e)に示すよう

に、金属層89を第1の開口部85、第2の開口部86および第3の開口部88内に埋め込むとともに平坦化する。なお、レーザ光の照射による金属層89の埋め込み及び平坦化工程は、第2の発明の一実施例と同様であり、詳細説明を省略する。

このように本実施例においては、第2の絶縁膜83をエッチングストッパーとして第2の開口部86を容易かつ高精度の深さに形成することができ、幅の異なる第2の開口部86及び第3の開口部88を同じエッチングガスで同時に形成して工数を削減することができる。また、金属層89の平坦化を完全を実現しつつ回路の動作速度の低下を防止、かつ、金属層89（配線）間のショートを防止できる。

第7図は第3の発明に係る半導体装置の製造方法の他の実施例を説明する図である。

第7図において、101は例えばSiからなり部分的に熱酸化膜101aを成長した基板である下地の膜、102は例えばPSGからなる第1の絶縁膜、103は例えばAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>からなる第2の絶縁膜、104は例えばPSGからなる第3の絶縁膜、105

は第2の絶縁膜103に形成された第1の開口部、106は第3の絶縁膜104に形成された第2の開口部、107は第2の開口部106に近接して第3の絶縁膜104に形成された開口部、108は第1の絶縁膜102に形成された第3の開口部、109はAl又はAl合金からなる配線用の金属層、110は第2レジスト膜である。

次にその製造方法について説明する。

まず、第7図(a)に示すように、下地の膜101上に例えば選択酸化法により部分的に厚さ0.6μm程度の熱酸化膜101aを形成し、その上層にPSG膜を通常のCVD法により厚さ0.3μm程度に成長させて第1の絶縁膜102を形成し、更にAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>をスパッタリングして厚さ0.15μm程度の第2の絶縁膜103を形成する。次いで、第2の絶縁膜103上にレジストを塗布して第1レジスト膜（図示せず）を形成し、通常の露光・現像によりパターンニングした後、この第1レジスト膜をマスクとし第2の絶縁膜103をRIEでエッチングして第1の開口部105を形成する。次いで、第

1の開口部105内から第2の絶縁膜103上を覆うように通常CVD法でPSG膜を0.7μm程度成長させて第3の絶縁膜104を形成し、この第3の絶縁膜104上にレジストを塗布して第2レジスト膜110を形成した後、通常の露光・現像により配線領域となる開口部110a、110b等を形成するよう第2レジスト膜110をパターンニングする。

次いで、第7図(b)に示すように、第2レジスト膜110をマスクとして第3の絶縁膜104を例えばRIEでエッチングし、第2の絶縁膜103をエッチングストッパーとして第3の絶縁膜104に第1の開口部105の幅より幅の大きい第2の開口部106及びこれに近接する開口部107を形成するとともに、第1の開口部105を介し第1の絶縁膜102をエッチングして第3の開口部108を形成し、更に、第3の開口部108内に下地の膜101を露出させる。

次いで、第7図(c)に示すように、第3の開口部108内の下地の膜101とコンタクトを取るよう第3の絶縁膜104上に厚さ0.6μm程度にAl

又はAl合金をスパッタリングして金属層109を形成し、この金属層109のうち第2の開口部

106から1μm以上離れた部位をエッチングにより除去した後、上述例と同様にレーザ光を照射してレーザアニール処理を行い、金属層109を第1の開口部105、第2の開口部106及び第3の開口部108内に埋め込むとともに平坦化する。

このようにしても、上述の一実施例と同様の効果を得ることができる。

第8図は第4の発明に係る半導体装置の製造方法の一実施例を説明する図である。

第8図において、121は例えばSiからなる基板である下地の膜、122は例えばPSGからなる第1の絶縁膜、123は第1の絶縁膜122（PSG）よりエッチングレートの小さい例えばAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>からなる第2の絶縁膜、124は例えばPSGからなる第3の絶縁膜、125は第1の絶縁膜122及び第2の絶縁膜123に形成された第1の開口部、126は第3の絶縁膜124に形成された第2の開口部、127は第2の開口部126に近接して第3の絶縁膜

124に形成された開口部、128は第1の開口部125内に形成された側壁絶縁膜、129はA<sub>2</sub>又はA<sub>2</sub>合金からなる配線用の金属層、130は第1レジスト膜、131は第2レジスト膜である。

次に、その製造方法について説明する。

まず、第8図(a)に示すように、下地の膜121上に通常のCVD法でPSG膜を成長させて厚さ0.7 $\mu$ m程度の第1の絶縁膜122を形成し、この第1の絶縁膜122上に例えば0.15 $\mu$ mの膜厚にA<sub>2</sub>O<sub>3</sub>をスパッタリングして第2の絶縁膜123を形成した後、第2の絶縁膜123上にレジストを塗布して第1レジスト膜130を形成する。次いで、通常の露光・現像により開口部130aを形成するよう第1レジスト膜130をパターンニングし、この第1レジスト膜130をマスクとし第2の絶縁膜123をA<sub>2</sub>ガスによるRIEでエッチングして開口部125aを形成するとともに開口部125a内に第1の絶縁膜122を露出させた後、開口部125aを介して第1の絶縁膜122をCHF<sub>3</sub>ガスによるRIEでエッチングして開口部125bを形成す

る。すなわち、第1の絶縁膜122及び第2の絶縁膜123をエッチングして開口部125a、125bからなる第1の開口部125を形成するとともに第1の開口部125内に下地の膜121を露出させる。

次いで、第8図(b)に示すように、第1の開口部125内から第2の絶縁膜123上を覆うようにPSG膜を通常のCVD法で成長させて第3の絶縁膜124を形成し、第3の絶縁膜124上にレジストを塗布して第2レジスト膜131を形成した後、通常の露光・現像により配線領域に開口部131a、131bを形成するよう第2レジスト膜131をパターンニングする。

次いで、第8図(c)に示すように、第2レジスト膜131をマスクとし第2の絶縁膜123をエッチングストッパーとして第3の絶縁膜124をRIEでエッチングし、第2の開口部126及びこれに近接する開口部127を形成する。このとき、いわゆるオーバーエッチング量を制御することにより第1の開口部125内の第1の絶縁膜122及び第2の絶縁膜123の側壁にエッチング残りである側壁

絶縁膜128が形成され、この側壁絶縁膜128の間で下地の膜121が露出する。

次いで、第8図(d)に示すように、第1の開口部125内に露出した下地の膜121とコンタクトを取るようA<sub>2</sub>又はA<sub>2</sub>合金をスパッタリングして第3の絶縁膜124を覆う金属層129を形成した後、この金属層129の第2の開口部126及び開口部127等の配線領域から所定寸法離れた部位をエッチングにより除去して金属層129をパターンニングし、次いで、この金属層129を上述したようなレーザアニール処理により溶融・粘性流動させて第1の開口部125及び第2の開口部126に埋め込むとともに平坦化する。

このように本実施例においては、第3の絶縁膜124をエッチングして第2の開口部126を形成する際、第3の絶縁膜124よりエッチングレートの小さい第2の絶縁膜123をエッチングストッパーとしているので第2の開口部126を容易にかつ高精度の深さに形成することができ、同時に、第1の開口部125内に側壁絶縁膜128を形成して下地

の膜121の露出面積を小さくすることができる。したがって、これを適用して下地の膜121上にバイポーラトランジスタを形成したところ、通常の場合よりエミッタの寸法を小さくすることができ、電流利得 $h_{fe}$ 、スイッチング速度とも優れたものとなった。

なお、上述した第1～第4の発明の各実施例においては、金属層48、68、89、109又は129の上に銅(Cu)を例えば300Åの厚さで成長させることができ、その場合配線形状の平坦化はもとより、CuがA<sub>2</sub>中に混入することにより配線に電流を流したときのエレクトロマイグレーション耐性が向上する。また、Cuのレーザ光に対する反射率がA<sub>2</sub>の反射率に比較して小さいため、レーザ光のエネルギーの吸収が良く、上述例のA<sub>2</sub>の場合よりレーザ光の照射面積を2倍に拡大することができ、スループットも向上することができる。この照射面積の拡大は、A<sub>2</sub>又はA<sub>2</sub>合金に代えてCu又はCu合金から金属層を形成することによっても達成できる。又、反射率の小さい金属と

してTiを用いてもCuと同様の効果があった。

さらに、配線用金属層をエッチングしてパターンニングする際、内方にコンタクト用の窓が形成された開口部近傍については他の開口部上の金属層より大きくしたり、内方にコンタクト用の窓が形成された開口部の幅寸法を狭めたりして平坦化後の金属層の膜厚をより均一にすることができる。

また、本発明における下地の膜は、半導体基板のSi層や拡散層の他、メタル等の導電性物質からなる配線層であってもよく、本発明は、上述の各実施例で説明した一層配線の場合のみならず、多層配線の場合にも適用することができる。

#### 〔発明の効果〕

本発明によれば、上層よりエッチングレート小さい絶縁膜をエッチングストッパーに利用して、配線層を埋め込む開口部（溝）の深さを容易かつ高精度に制御することができ、レーザ照射を行って金属層を開口部内に平坦に埋め込むことができる。この結果、配線の平坦化を完全に実現するこ

とができる。また、レーザ光に対する吸収性の良い絶縁膜を形成して、レーザ照射による素子の損傷を防止することができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は第1の発明に係る半導体装置の製造方法の一実施例を説明する図、

第2、3図は第2の発明に係る半導体装置の製造方法の一実施例を説明する図であり、

第2図はその工程説明図、

第3図はその作用説明図、

第4、5図は第2の発明に係る半導体装置の製造方法の他の実施例を説明する図であり、

第4図はその半導体装置の断面図、

第5図はその工程説明図、

第6図は第3の発明に係る半導体装置の製造方法の一実施例を説明する図、

第7図は第3の発明に係る半導体装置の製造方法の他の実施例を説明する図、

第8図は第4の発明に係る半導体装置の製造方

法の一実施例を説明する図である。

第9～12図は第1従来例を説明する図であり、

第9図はその工程説明図、

第10図はその配線部の斜視図、

第11図はその作用説明図、

第12図は第1従来例の課題の説明図、

第13図は第2従来例を説明する図、

第14、15図は第3従来例を説明する図であり、

第14図はその工程説明図、

第15図はその課題の説明図である。

21…下地の膜、

22…下層の絶縁膜、

23…上層の絶縁膜、

24…第1の開口部、

25…第2の開口部、

26…金属層、

41…下地の膜、

42…第1の絶縁膜、

43…第2の絶縁膜、

44…第3の絶縁膜、

45…第1の開口部、

47…第2の開口部、

48…金属層、

81…下地の膜、

82…第1の絶縁膜、

83…第2の絶縁膜、

84…第3の絶縁膜、

85…第1の開口部、

86…第2の開口部、

88…第3の開口部、

89…金属層、

121…下地の膜、

122…第1の絶縁膜、

123…第2の絶縁膜、

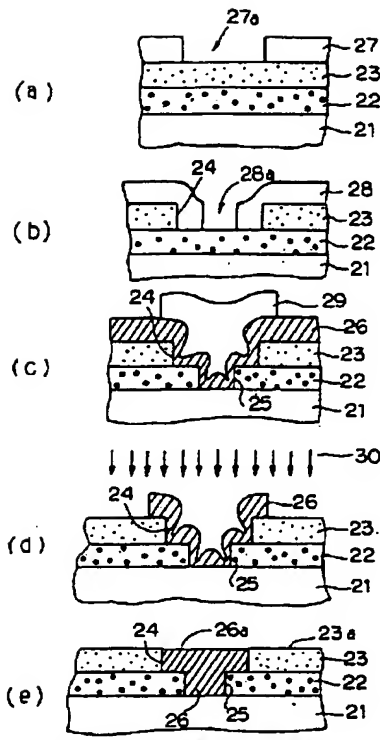
124…第3の絶縁膜、

125…第1の開口部、

126…第2の開口部、

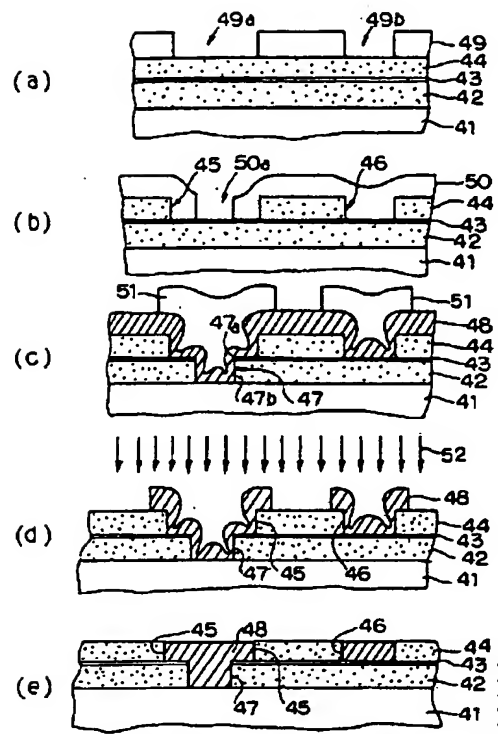
128…側壁絶縁膜、

129…金属層。



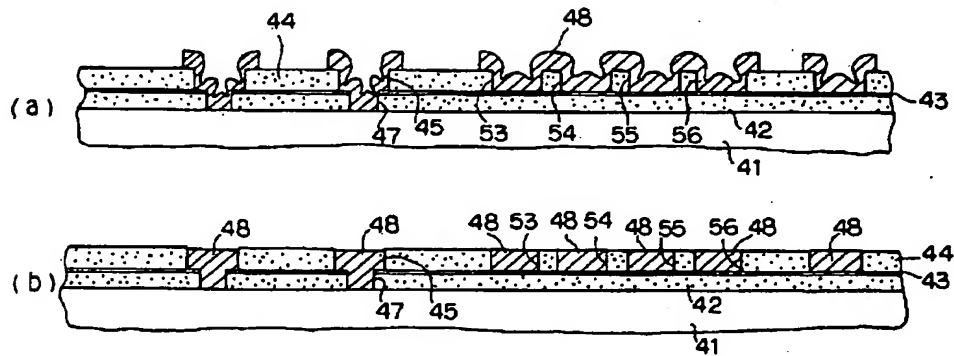
第1の発明の一実施例の縦断面図  
第 1 図

21: 下地の膜  
22: 下部の絶縁膜  
23: 上部の絶縁膜  
24: 第1の開孔部  
25: 第2の開孔部  
26: 金属層

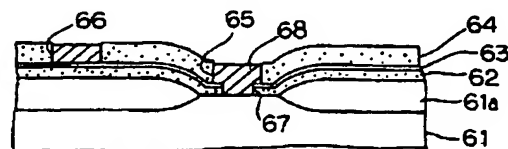


第2の発明の一実施例の工程説明図  
第 2 図

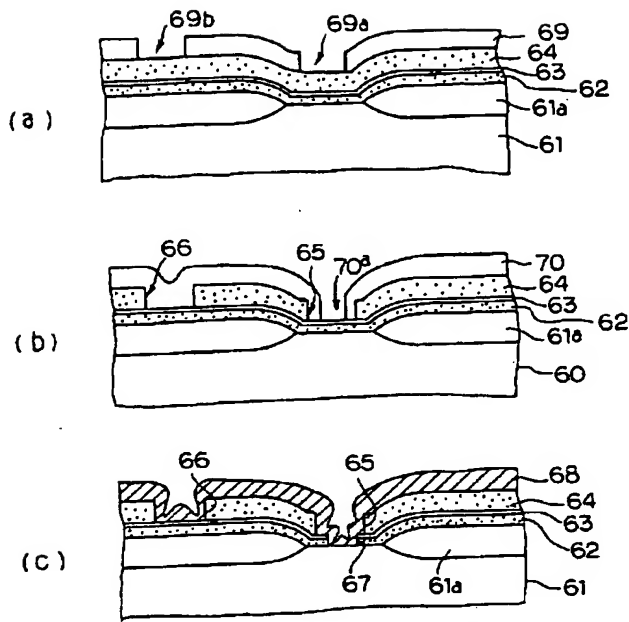
41: 下地の膜  
42: 第1の絶縁膜  
43: 第2の絶縁膜  
44: 第1の開孔部  
45: 第2の開孔部  
46: 金属層



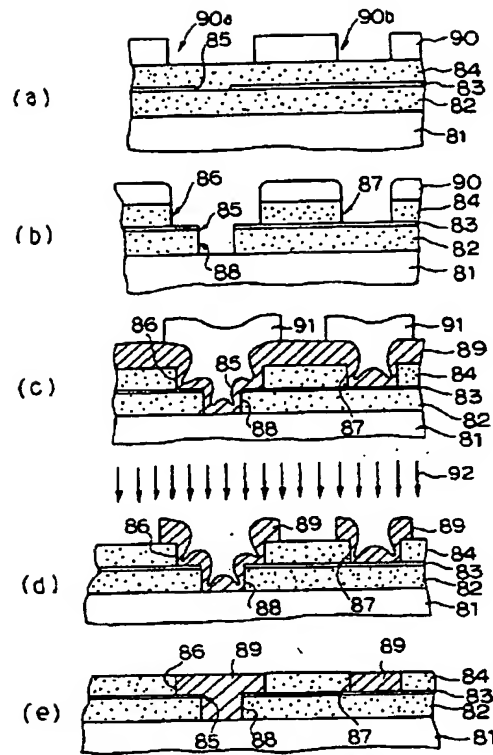
第2の発明の一実施例の作用説明図  
第 3 図



第2の発明の他の実施例の断面図  
第 4 図

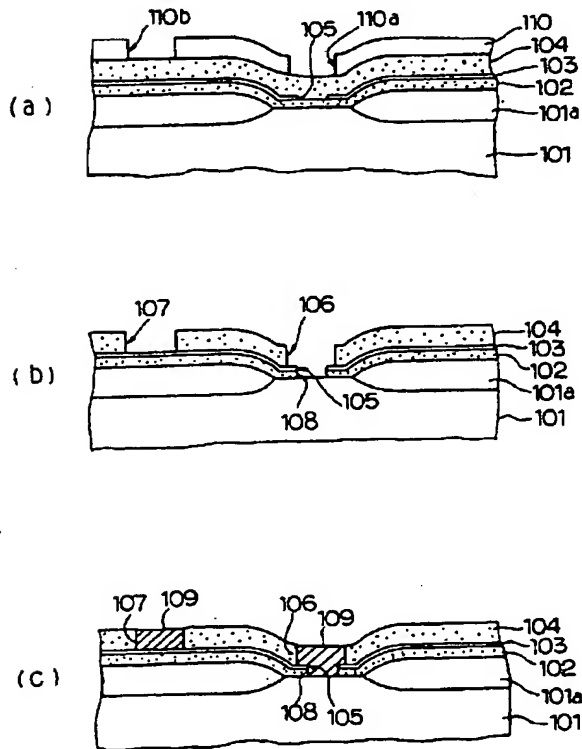


第2の発明の他の実施例の工程説明図  
第5図

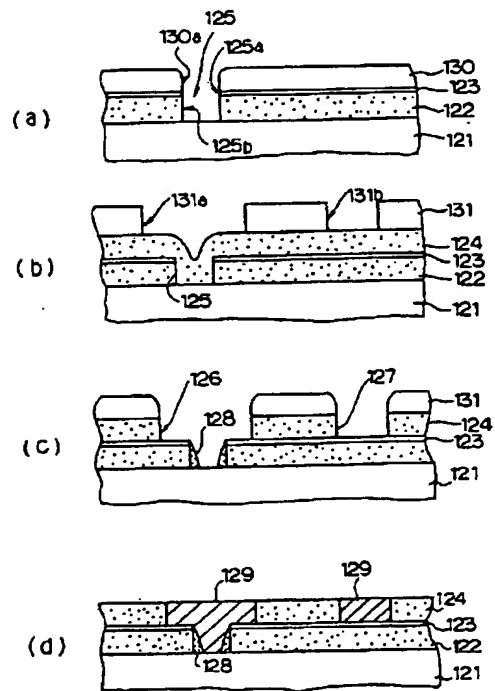


81: 下地の膜  
82: 第1の絶縁膜  
83: 第2の絶縁膜  
84: 第3の絶縁膜  
85: 第1の開口部  
86: 第2の開口部  
87: 第3の開口部  
88: 金属層  
89: 金属層

第3の発明の一実施例の説明図  
第6図



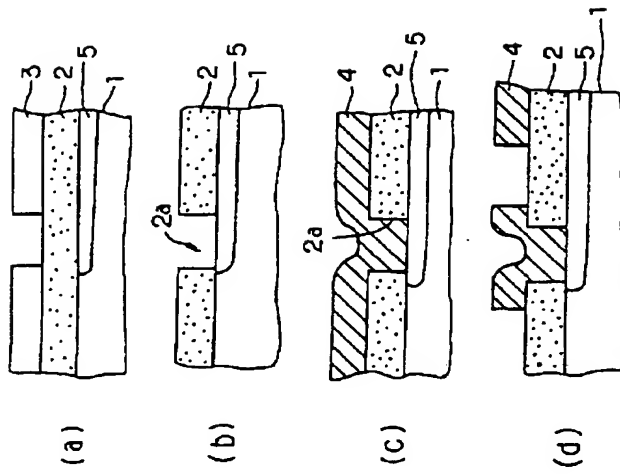
第3の発明の他の実施例の説明図  
第7図



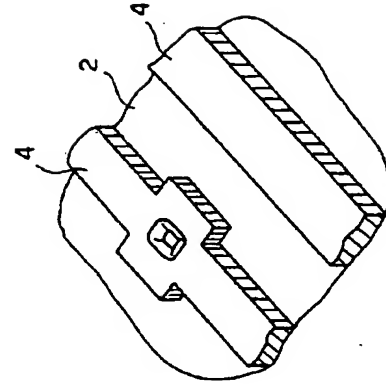
121: 下地の膜  
122: 第1の絶縁膜  
123: 第2の絶縁膜  
124: 第3の絶縁膜  
125: 第1の開口部  
126: 第2の開口部  
127: 第3の開口部  
128: 金属層  
129: 金属層

第4の発明の一実施例の説明図  
第8図

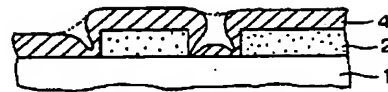




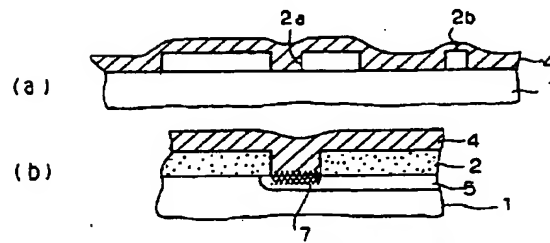
第1従来例の工程説明図  
第 9 図



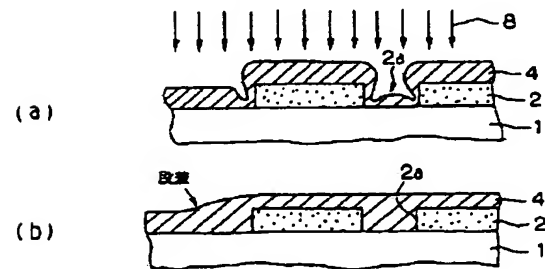
第1従来例の配線部の斜視図  
第 10 図



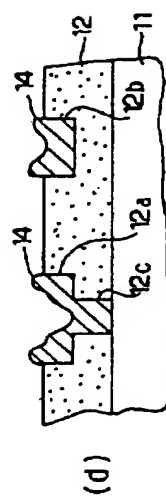
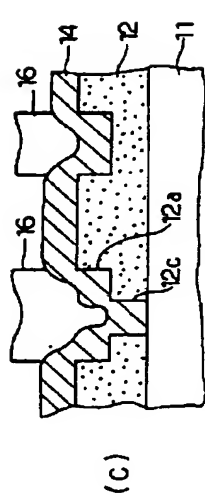
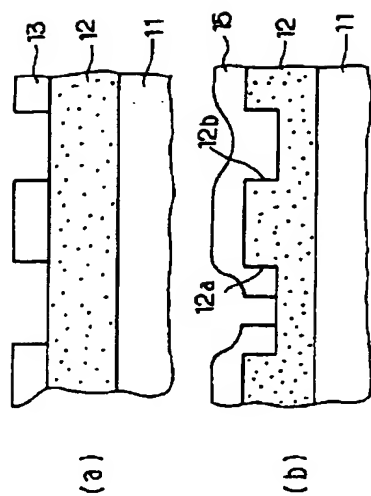
第1従来例の作用説明図  
第 11 図



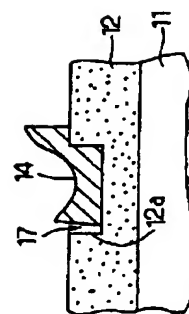
第1従来例の課題の説明図  
第 12 図



第2従来例の説明図  
第 13 図



第3従来例の工程説明図  
第14図



第3従来例の課題の説明図  
第15図